

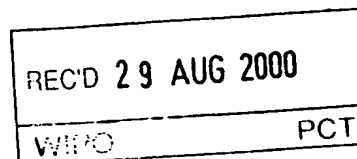
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP00/4888

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



4



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 26 512.7

Anmeldetag: 10. Juni 1999

Anmelder/Inhaber: Acritec GmbH, Glienicke/DE

Erstanmelder: KreCo Kreiner Consulting Gesellschaft
für wissenschaftlich- technisches Projektmanage-
ment GmbH, München/DE

Bezeichnung: Intraokularlinse

IPC: A 61 F 2/16

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.**

München, den 6. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurke

[Patentanmeldung]

[Bezeichnung der Erfindung]

Intraokularlinse

[Beschreibung]

Die Erfindung betrifft eine Intraokularlinse nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[Stand der Technik]

5 Eine derartige Intraokularlinse ist aus der EP 0 537 643 B1 bekannt. Diese Linse kann als monofokale Linse dadurch relativ dünn ausgebildet werden, daß die Brechkraft aus einem refraktiven und einem diffraktiven Anteil zusammengesetzt ist. Der am Auge anzubringende Schnitt bei der Implantation
10 kann klein gehalten werden. Aus dem diffraktiven Feinstrukturanteil resultierende Lichtsteuungen können die Qualität des auf der Netzhaut erzeugten Bildes beeinflussen.

[Aufgabe der Erfindung]

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Intraokularlinse der
15 eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher mit geringer Linsendicke auf der Netzhaut ein Bild mit verbesserter Qualität erzeugt wird.

[Beispiele]

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden
20 Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Intraokularlinse ist um einen zentralen Linsenbereich, der insbesondere refraktive Eigenschaften hat, wenigstens ein ringförmiger Linsenbereich
25 angeordnet, der mit dem zentralen Linsenbereich einen gemeinsamen Fokus bildet, wobei in dem ringförmigen Linsenbereich konzentrische um die optische Linsenachse angeordnete ringförmige Zonen vorgesehen sind, bei denen der Weglängenunterschied bzw. Strahlengangunterschied zwischen benachbarten
30 Zonen ein ganzzahliges Vielfaches der Designwellenlänge ist.

In bevorzugter Weise ist die Designwellenlänge im grünen Spektralbereich des sichtbaren Lichtes im Bereich von beispielsweise 550 nm vorgesehen.

- 5 Der Weglängenunterschied der benachbarten Zonen kann durch den Brechungsindex bzw. durch entsprechende Materialwahl und/oder die Geometrie der jeweiligen Zone eingestellt werden.
- 10 In bevorzugter Weise kann die Krümmung des meridialen Schnittes des optischen Linsenteils asphärisch ausgebildet sein, wobei die Zonen mit den Weglängenunterschieden (Strahlengangunterschieden) in dem Randbereich vorgesehen sind, in welchem sich die Abweichung des asphärischen Verlaufs von der
- 15 sphärischen Kurve auswirkt.

Diese ringförmigen Zonen, welche konzentrisch um die optische Linsenachse angeordnet sind, sind insbesondere sägezahnförmig ausgebildet. Diese Zonen besitzen zur Bildung einer monofokalen

20 Intraokularlinse die gleiche Brechkraft wie der zentrale insbesondere refraktive Linsenbereich. Beide Teile tragen zu einem scharfen Bild, das auf der Netzhaut des Auges erzeugt wird, bei.

- 25 Zur Bildung einer bifokalen Linse kann der optische Linsenteil mit einer zusätzlichen diffraktiven Feinstruktur ausgestattet sein, die sich über den gesamten optischen Linsenteil erstrecken kann oder in bevorzugter Weise nur am zentralen den refraktiven Anteil bildenden Linsenbereich vorgesehen
- 30 ist. In aller Regel reicht dies aus, da die bifokale Funktion nur bei einer dem Tageslicht entsprechenden Helligkeit erforderlich ist und die Pupillenöffnung des Auges im wesentlichen

nur im Bereich des zentralen, den refraktiven Anteil enthaltenden Linsenbereiches geöffnet ist. Die zusätzliche diffraktive Feinstruktur insbesondere in Form von um die optische Linsenachse angeordneten konzentrischen Zonen kann so ausgebildet sein, daß benachbarte Zonen einen Weglängenunterschied des Strahlenganges erzeugen, der ein Bruchteil der Designwellenlänge, z.B. 0,4 oder 0,6 beträgt.

Anhand der Figuren wird an Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine schnittbildliche Darstellung durch eine Hälfte eines Linsenkörpers einer Intraokularlinse, und

Figur 2 eine graphische Darstellung zur Erläuterung einer zusätzlichen diffraktiven Feinstruktur, zur Bildung einer bifokalen Intraokularlinse;

Der in den Figuren dargestellte optische Linsenteil 1 einer Intraokularlinse besitzt einen zentralen insbesondere refraktiven Linsenbereich 2 und einen ringförmig um den zentralen Linsenbereich 2 angeordneten Linsenbereich 3. Der ringförmige Linsenbereich 3 befindet sich in einer Randzone des Linsenkörpers. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite des Linsenkörpers Feinstrukturelemente, insbesondere mit Sägezahnform in konzentrischen Zonen um die optische Achse 6 des Linsenteils 1 angeordnet. Es ist jedoch auch möglich, die sägezahnartigen Zonen nur auf einer Linsenseite (Vorderseite oder Rückseite) vorzusehen.

- Benachbarte Zonen besitzen einen Weglängenunterschied des jeweiligen Strahlengangs, der einem ganzzahligen Vielfachen von zwei oder mehr der Designwellenlänge entspricht. Durch unterschiedliche Auswahl des Materials in den jeweiligen
- 5 benachbarten ringförmigen Zonen und der damit verbundenen unterschiedlichen Brechungsindizes und/oder der Geometrie, insbesondere der Sägezahnform kann dieser Weglängenunterschied der jeweiligen Strahlengänge erreicht werden.
- 10 Ein äußerer umlaufender Rand 4 des Linsenkörpers besitzt einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt, mit einem Radius von 0,165 mm. Der halbkreisförmige Rand beginnt bei einem radialen Abstand von etwa 2,835 mm von der optischen Achse 6. Zwischen dem Rand 4 und dem ringförmigen Linsenbereich 3 mit
- 15 den sägezahnartigen Zonen kann ein ebenes Geradenstück 5 vorgesehen sein. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die äußerste Sägezahnzone vor dem halbkreisförmigen Linsenrand 4 nicht mehr vollständig ausgeführt werden kann. Der Durchmesser der Linse beträgt ca. 6 mm. In bevorzugter Weise
- 20 sind wenigstens drei ringförmige Sägezahnzonen im ringförmigen Linsenbereich 3 in der Nähe des Linsenrandes 4 vorgesehen.

Die verschiedenen Kurvenabschnitte werden durch verschiedene

25 Funktionen in ihren jeweiligen Abschnitten beschrieben.

Der optische Linsenteil wird durch die nachfolgende Funktion beschrieben:

30
$$z_{\text{Asph}}(r) = R - \sqrt{R^2 - r^2} + a_4 \cdot r^4 + a_6 \cdot r^6 + a_8 \cdot r^8 + a_{10} \cdot r^{10} + \dots \text{wenn } < r < r_{\text{rfres_begin}}$$

Der ringförmige Linsenbereich 3 wird durch die Floorfunktion beschrieben:

$$z_fres(r) = z_{Asph}(r) - \text{Floor} \left[\frac{z_{Asph}(r) - z_{Asph}(r_{fres_begin})}{Zahntiefe} + 1 \right] \cdot \text{Zahntiefe}$$

wenn $r_{rdres_begin} < r < r_{fres_end}$

- 5 Das Geradenstück 5 wird durch die Gerade beschrieben:

$$z(r) = z_{Asph}(r_{fres_begin}) \quad \text{wenn } r_{fres_end} < r < r_{Kreis_begin}$$

Der Randbereich wird durch eine Kreisfunktion mit dem Radius $R = 0.165 \text{ mm}$ beschrieben:

$$10 \quad z_{Kreis} = z_{Mpunkt} - \sqrt{R^2 - (r - x_{Mpunkt})^2} \quad \text{wenn } r_{pmax} < r < r_{max}$$

mit z_{Mpunkt} = z-Koordinate des Mittelpunkts des Randkreises,
 x_{Mpunkt} = r-Koordinate des Mittelkunkts Randkreis. r_{max} ist der
 maximale Abstand von der Achse bzw. der halbe Durchmesser.

- 15 Die r-Koordinaten des Randkreises sind bis auf r_{rfres_begin} bei
 allen Formeinsätzen gleich.

In bevorzugter Weise befinden sich die Zonen mit den Weglängenunterschieden des Linsenbereiches 3 im Bereich der Abweichung der Asphäre von der sphärischen Kurve. Der refraktive Anteil wird vom zentralen Linsenbereich 2 gebildet, welcher in bevorzugter Weise die sphärische Linsenform ausweist.

- 20 Zur Bildung einer monofokalen Linse sind der zentrale Linsenbereich 2 und der ringförmige Linsenbereich 3 so gestaltet,
 25 daß sie exakt den gleichen Fokus besitzen und in allen Zonen des optischen Linsenteils 1 ein gemeinsames Bild erzeugt wird. Die optischen Weglängenunterschiede der Strahlengänge in benachbarten Zonen sind dabei genau auf eine ganzzahliges
 30 Vielfaches einer mittleren Wellenlänge des sichtbaren Spek-

trums, insbesondere auf etwa 550mm (Designwellenlänge) angepaßt. Die Linse liefert daher bis in den Randbereich ein perfektes Bild. Die Tiefe der konzentrischen Sägezahnzonen verringert sich hierbei von Zone zu Zone um $0,3 \mu\text{m}$.

5

Zur Bildung einer bifokalen Linse wird am optischen Linsenteil 1 eine zusätzliche diffraktive Feinstruktur vorgesehen. Diese Feinstruktur ist bevorzugt als diffraktives Frenelmuster ausgebildet und besitzt die Form ringförmiger Feinstrukturelemente 7 in Sägezahnform (Figur 2). Die Figur 2 zeigt den im wesentlichen sphärischen Verlauf der Schnittkurve des zentralen den refraktiven Anteil 2 bildenden Linsenbereiches an einer Seite. Ausgehend von einer refraktiven Grundkurve 8 mit im wesentlichen sphärischen Schnittkurvenverlauf besitzen die diffraktiven ringförmigen Sägezahnzonen Zahntiefen von $1,5 \mu\text{m}$ bis $2,8 \mu\text{m}$. Der Weglängenunterschied zwischen benachbarten Zonen kann ein Bruchteil, z.B. 0,4 oder 0,6 der Designwellenlänge betragen. Das zusätzliche diffraktive Feinstrukturmuster ist bevorzugt im zentralen den refraktiven Anteil bildenden Linsenbereich vorgesehen. Er kann sich jedoch auch über den ringförmigen Linsenbereich 3 erstrecken und die in diesem Bereich befindlichen Zonen überlagern. Wie die Figur 2 zeigt, sind die zusätzlichen diffraktiven Feinstrukturelemente 7 ausgehend von der refraktiven Grundkurve 8 in die Oberfläche des Linsenkörpers, insbesondere im zentralen Bereich eingeformt.

[Bezugszeichenliste]

1	optischer Linsenteil
2	zentraler Linsenbereich
3	ringförmiger Linsenbereich
5 4	umlaufender Rand
5	Geradenstück
6	optische Achse
7	zusätzliche diffraktive Feinstrukturelemente
10 8	refraktive Grundkurve

[Patentansprüche]

1. Intraokularlinse mit einem optischen Linsenteil, der einen zentralen Linsenbereich und wenigstens einen weiteren diesen umgebenden ringförmigen Linsenbereich aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der zentrale Linsenbereich (2) und der wenigstens eine ringförmige Linsenbereich (3) wenigstens einen gemeinsamen Fokus bilden, und daß der ringförmige Linsenbereich (3) konzentrische ringförmige Zonen aufweist, bei denen der Weglängenunterschied des Strahlenganges zwischen benachbarten Zonen ein ganzzahliges Vielfaches von $n = 2$ oder mehr der Designwellenlänge ist.
2. Intraokularlinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Weglängenunterschied durch den Brechungsindex bzw. das Material und/oder die Geometrie der jeweiligen Zone eingestellt ist.
3. Intraokularlinse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Zonen sägezahnartig ausgebildet sind.
4. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Zonen auf der Vorder- und/oder Rückseite des Linsenkörpers (1) vorgesehen sind.
5. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im zentralen Linsenbereich (2) ein refraktiver Anteil (2) gebildet ist.
6. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Linsenteil im Meridianschnitt einen asphärischen Krümmungsverlauf hat.

7. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Bereich (3) mit den die unterschiedlichen Weglängen aufweisenden konzentrischen Zonen in dem Linsenteil angeordnet ist, in welchem sich der asphärische Krümmungsverlauf auswirkt.
8. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Linsenbereich (3) eine Breite von etwa 0,8 mm bis 0,9 mm, insbesondere 0,835 mm aufweist.
9. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zentrale Linsenbereich (2) einen Durchmesser von etwa 4 mm aufweist.
10. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Linsenrand (4) einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt hat.
11. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zentrale Linsenbereich (2) eine glatte Oberfläche aufweist.
12. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer bivokalen Linse am optischen Linsenteil zusätzliche diffraktive Zonen (7) vorgesehen sind.
13. Intraokularlinse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlichen diffraktiven Zonen (7) am zentralen, den refraktiven Anteil (2) bildenden zentralen Linsenbereich, vorgesehen sind.
14. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Weglängenunterschied zwi-

schen den benachbarten diffraktiven Zonen (7) ein Bruchteil der Designwellenlänge ist.

15. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß der Weglängenunterschied zwischen den benachbarten diffraktiven Zonen (7) 0,4 oder
5 0,6 der Designwellenlänge beträgt.
16. Intraokularlinse nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die Designwellenlänge im grünen Spektralbereich des sichtbaren Lichtes liegt.

[Zusammenfassung]

Eine Intraokularlinse mit einem optischen Linsenteil, der einen zentralen Linsenbereich 2 und wenigstens einen weiteren
5 diesen umgebenden ringförmigen Linsenbereich 3 aufweist, wobei der zentrale Linsenbereich 2 und der wenigstens eine ringförmige Linsenbereich 3 wenigstens einen gemeinsamen Fokus bilden und der ringförmige Linsenbereich 3 konzentrische ringförmige Zonen aufweist, bei denen der Weglängenun-
10 terschied zwischen benachbarten Zonen ein ganzzahliges Vielfaches von $n = 2$ oder mehr der Designwellenlänge ist.

(Fig. 1)

[Anhängende Zeichnungen]

Anzahl anhängende Zeichnungen: 1 Blatt (2 Figuren)

[Erklärung zur Übereinstimmung]

Hiermit wird erklärt, daß die auf dem Datenträger
(Anmeldediskette) gespeicherten Daten mit den ausgedruckten
und eingereichten Anmeldeunterlagen übereinstimmen.

5 Datum:

Unterschrift:

Fig. 1

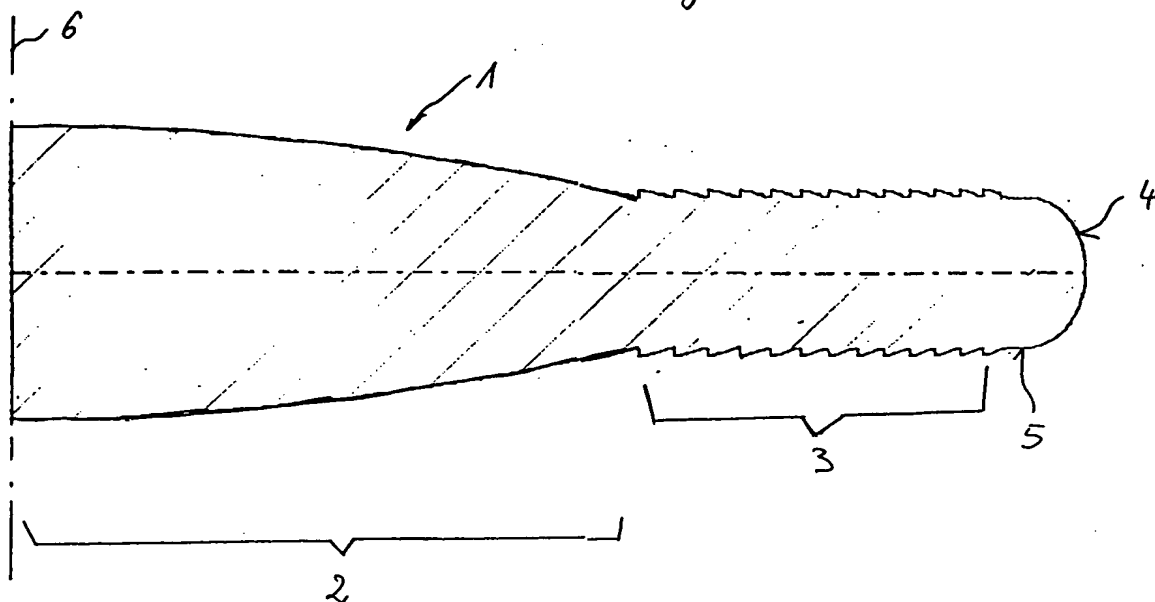


Fig. 2

